

1/PR TS

5

Radialkolbenpumpe

10

Stand der Technik

15

20

25

30

35

Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der Antriebswelle radial in einer jeweiligen Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen.

Aus der DE 198 47 044 A1 ist eine gattungsmäßige Radialkolbenpumpe bekannt. Bei der bekannten Radialkolbenpumpe ist in der äußeren Mantelfläche der Kolben in Umfangsrichtung eine Ringnut angebracht, die mit mehreren axial angeordneten Kanälen in Verbindung steht. Die makroskopischen Kanäle dienen dazu, die Kolben jeweils in der zugehörigen Elementbohrung "hydraulisch" auszurichten.

Die Laufbahnen der Kolben und der Elementbohrungen müssen einerseits sehr glatt sein und eine gleichmäßige Oberfläche aufweisen. Andererseits soll auch eine gewisse Menge des zu verdichtenden Mediums als Schmierstoff an den Oberflächen

haften, was eine gewisse Oberflächenrauigkeit voraussetzt. Diese Rauigkeit geht zu Ungunsten des Traganteils der Oberflächen, d.h. nicht die gesamte Mantelfläche der Kolben und Elementbohrungen kann als Laufbahn effektiv genutzt werden. Durch die Oberflächenrauigkeit wird auch die zu erreichende Form- und Maßgenauigkeit begrenzt. Diese Begrenzung führt dazu, dass bestimmte Mindestspiele nicht unterschritten werden können, was wiederum den Wirkungsgrad der Radialkolbenpumpe herabsetzt. Dieser Effekt wirkt sich umso stärker aus, je höher der Druck in der Radialkolbenpumpe wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad und die Lebensdauer der bekannten Radialkolbenpumpe zu erhöhen.

Die Aufgabe ist bei einer Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der Antriebswelle radial in einer jeweiligen Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen, dadurch gelöst, dass in der äußeren Mantelfläche der Kolben und/oder der inneren Mantelfläche der Elementbohrung eine Struktur in μm -Bereich ausgebildet ist.

Vorteile der Erfindung

Die an der Kolbenmantelfläche und in der Elementbohrung gebildeten Laufbahnen können bei der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe sehr glatt und formgenau ausgeführt werden. Dadurch können sehr keine Spiele realisiert werden, was speziell bei hohen Drücken wegen der geringen

Spaltverluste zu einem guten Wirkungsgrad der Radialkolbenpumpe führt. Die glatten Oberflächen würden jedoch im Betrieb der Radialkolbenpumpe eine ausreichende Schmierung verhindern und zu Kolbenfressern führen. Die gezielte Strukturierung der Oberfläche der Kolben und/oder der Elementbohrungen hat die Funktion von Schmiertaschen und Schmierkanälen. Die Strukturierung kann z.B. mit Hilfe eines Lasers gezielt eingebracht werden. Über die in die Oberfläche eingebrachte Struktur wird das Schmiermedium im Betrieb auf die zu versorgenden Schmierstellen an den Laufbahnen verteilt. Gleichzeitig dient die Strukturierung als Reservoir für das Schmiermedium.

Eine besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur so ausgebildet ist, dass im Betrieb keine direkte Verbindung zwischen dem von der einen Stirnseite des jeweiligen Kolbens begrenzten Hochdruckbereich und einem von der anderen Stirnseite begrenzten Niederdruckbereich besteht. Dadurch werden Leckströmungen und Spaltverluste so gering wie möglich gehalten.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von Schmierkanälen gebildet wird, die im Wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufen. Dadurch wird auf einfache Art und Weise erreicht, dass keine Verbindung zwischen dem Niederdruckbereich und dem Hochdruckbereich besteht. Über die Anzahl der Schmierkanäle kann die Größe des Speicherreservoirs für das Schmiermedium festgelegt werden.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von paarweisen angeordneten Schmierkanälen unterschiedlicher Länge gebildet wird, die jeweils zwei rechtwinklig zueinander angeordnete Arme aufweisen, wobei der eine Arm in axialer

Richtung und der andere Arm in Umfangsrichtung der jeweiligen Mantelfläche angeordnet ist. Dadurch wird eine besonders gute Verteilung des Schmiermittels über die zu schmierende Fläche erreicht.

5

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von einer Vielzahl in axialer Richtung verlaufender Kanäle gebildet wird, die gruppenweise angeordnet sind und durch in Umfangsrichtung verlaufende Kanäle miteinander in Verbindung stehen. Bei dieser Art Hintereinanderschaltung kann der Strömungswiderstand in axialer Richtung über die Anzahl der in axialer Richtung verlaufenden Kanäle variiert werden. Durch zusätzliche Verbindungskanäle in Umfangsrichtung kann die Schmierung in bestimmten Bereichen gezielt verbessert werden. Der Strömungswiderstand ist außerdem u.a. abhängig von den Parametern Kanalform, Kanalquerschnitt und Kanallänge. Durch eine geeignete Wahl dieser Parameter kann die Schmierstoffzufuhr bedarfsgerecht ausgelegt werden.

10

15

20

Zeichnung

In der Zeichnung zeigt:

25

Figur 1 die Abwicklung einer Mantelfläche eines Kolbens gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

30

Figur 2 eine perspektivische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Elementbohrung;

35

Figur 3 einen Abschnitt der Abwicklung einer Kolbenmantelfläche gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

- Figur 4 einen Abschnitt der Abwicklung einer Kolbenmantelfläche gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

5

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe wird insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen zur Kraftstoffversorgung von Dieselmotoren eingesetzt. Dabei bedeutet Common-Rail soviel wie gemeinsame Leitung oder gemeinsame Schiene. Im Gegensatz zu herkömmlichen Hochdruckeinspritzsystemen, in denen der Kraftstoff über getrennte Leitungen zu den einzelnen Brennräumen gefördert wird, werden die Einspritzdüsen in Common-Rail-Einspritzsystemen aus einer gemeinsamen Leitung gespeist.

Eine solche Radialkolbenpumpe ist z.B. in den Figuren 4 bis 6 der DE 198 47 044 A1 dargestellt. Die dort gezeigte Radialkolbenpumpe umfasst eine in einem Pumpengehäuse gelagerte Antriebswelle mit einem exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt. Auf dem exzentrischen Wellenabschnitt ist ein Ring vorgesehen, gegenüber dem der exzentrische Wellenabschnitt drehbar ist. Der Ring umfasst drei jeweils um 120° zueinander versetzte Abflachungen, gegen die sich jeweils ein Kolben abstützt. Die Kolben sind jeweils in einer Elementbohrung zur Antriebswelle in radialer Richtung hin- und herbewegbar aufgenommen und begrenzen jeweils einen Zylinderraum.

30

Am Fuß eines jeden Kolbens ist durch einen Plattenhalter eine Platte angebracht, die an der zugehörigen Abflachung des Rings anliegt. Dabei ist der Plattenhalter durch einen Sprengring an dem Kolben befestigt. Die Radialkolbenpumpe dient dazu, Kraftstoff, der von einer Vorförderpumpe aus einem Tank geliefert wird, mit Hochdruck zu beaufschlagen.

35

Bei dem Kraftstoff handelt es sich vorzugsweise um Dieselkraftstoff. Der mit Hochdruck beaufschlagte Dieselkraftstoff wird dann in die oben angesprochene gemeinsame Leitung gefördert.

5 Im Förderhub werden die Kolben in Folge der Exzenterbewegung des Rings von der Achse der Antriebswelle weg bewegt. Im Saughub bewegen sich die Kolben radial auf die Achse der Antriebswelle zu, um Kraftstoff in die
10 Zylinderräume zu saugen. Die Saughubbewegung der Kolben wird durch eine Feder erreicht, die gegen den Plattenhalter bzw. die Platte vorgespannt ist.

15 In Figur 1 sieht man eine Abwicklung der Mantelfläche eines Kolbens einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe. Mit 1 ist die Hochdruckseite und mit 2 die Niederdruckseite der Radialkolbenpumpe bezeichnet. Die Abwicklung der Kolbenmantelfläche ist insgesamt mit 3 bezeichnet. In der
20 Kolbenmantelfläche sind mehrere in Umfangsrichtung verlaufende Schmierkanäle 4, 5, 6, 7 und 8 parallel zueinander angeordnet. Zur Hochdruckseite 1 hin sind die Schmierkanäle dichter zueinander beabstandet als zur Niederdruckseite 2 hin. Die einzelnen Schmierkanäle stehen untereinander nicht in Verbindung und sind praktisch
25 parallel geschaltet.

In Figur 2 ist eine Elementbohrung 20 im Schnitt perspektivisch dargestellt. An der inneren Umfangsfläche der Elementbohrung 20 sind mehrere in Umfangsrichtung
30 verlaufende Schmierkanäle 4, 5, 6, 7 und 8 ausgebildet.

In Figur 3 ist eine Abwicklung der Kolbenmantelfläche eines Kolbens gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Bei der in Figur 3 dargestellten
35 Ausführungsform sind jeweils zehn Schmierkanäle 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 in einer Gruppe

zusammengefasst. Die Schmierkanäle 9 bis 18 sind L-förmig ausgebildet. Dabei ist jeweils der eine Schenkel eines L-förmigen Schmierkanals in Umfangsrichtung und der andere Schenkel in axialer Richtung angeordnet. Jeweils zwei
5 Schmierkanäle mit gleich langen Schenkeln in axialer Richtung sind paarweise so zueinander angeordnet, dass die Schenkel in Umfangsrichtung einander zugewandt sind.

Bei der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform ist
10 jeweils ein T-förmig ausgebildeter Schmierkanal 24 in der Nähe der Hochdruckseite 1 angeordnet. Dabei ist die Mittelachse des T-förmigen Schmierkanals zur Hochdruckseite 1 hin gewandt. Der T-förmige Schmierkanal 24 wird von zwei L-förmigen Schmierkanälen 25 und 26 eingefasst. Von den in
15 Umfangsrichtung angeordneten Schenkel der L-förmigen Schmierkanäle 25 und 26 gehen in axialer Richtung mehrere Schmierkanäle 27 aus. Die in axialer Richtung verlaufende Schmierkanäle 27 werden von mehreren in Umfangsrichtung verlaufenden Schmierkanälen geschnitten. In Figur 4 ist
20 einer dieser in Umfangsrichtung verlaufenden Schmierkanäle beispielhaft mit 28 bezeichnet. Von den in Umfangsrichtung verlaufenden Schmierkanälen gehen wiederum mehrere in axialer Richtung verlaufende Schmierkanäle aus, von denen in Figur 4 einer beispielhaft mit 29 bezeichnet ist. Im
25 Anschluss an diese in axialer Richtung verlaufenden Schmierkanäle sind wiederum in Umfangsrichtung verlaufende Schmierkanäle 30 angeordnet. Darauf folgen in axialer Richtung ausgerichtete Schmierkanäle 31 und in Umfangsrichtung ausgerichtete Schmierkanäle 32.

30 Die mittels Laser eingebrachten Schmierkanäle sind in axialer Richtung nicht durchgehend. Die Schmierkanäle sind unterbrochen, um die Spaltverluste und Leckströmungen so gering wie möglich zu halten. Die Schmierkanäle können, wie
35 in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, regelmäßige Muster bilden, können aber auch unregelmäßig angeordnet sein.

5

Ansprüche

- 10 1. Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei
Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen,
insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem,
mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle,
die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt
15 aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der
Antriebswelle radial in einer jeweiligen
Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben
zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem
Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen,
20 **dadurch gekennzeichnet**, dass in der äußeren
Mantelfläche (3) der Kolben und/oder der inneren
Mantelfläche (20) der Elementbohrung eine Struktur im
 μ m-Bereich ausgebildet ist.
- 25 2. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Struktur so ausgebildet ist,
dass im Betrieb keine direkte Verbindung zwischen dem
von der einen Stirnseite des jeweiligen Kolbens
begrenzten Hochdruckbereich (1) und einem von der
30 anderen Stirnseite begrenzten Niederdruckbereich (2)
besteht.
- 35 3. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur
von Schmierkanälen (4 bis 8) gebildet wird, die im
Wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufen.

4. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von paarweise angeordneten Schmierkanälen (9 bis 18) unterschiedlicher Länge gebildet wird, die jeweils zwei rechtwinklig zueinander angeordnete Arme aufweisen, wobei der eine Arm in axialer Richtung und der andere Arm in Umfangsrichtung der jeweiligen Mantelfläche angeordnet ist.

5. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von einer Vielzahl in axialer Richtung verlaufender Kanäle (27, 29, 31) gebildet wird, die gruppenweise angeordnet sind und durch in Umfangsrichtung verlaufende Kanäle (28, 30, 32) miteinander in Verbindung stehen.

5

10

Zusammenfassung

15

20

Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der Antriebswelle radial in einer jeweiligen Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen.

25

Um den Wirkungsgrad und die Lebensdauer zu erhöhen, ist in der äußeren Mantelfläche (3) der Kolben und/oder der inneren Mantelfläche der Elementbohrung eine Struktur im μm -Bereich ausgebildet.

30

(Figur 1)